

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-191256

(43) 公開日 平成8年(1996)7月23日

(51) Int.Cl.⁸

H04B 1/44

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-2840

(22) 出願日 平成7年(1995)1月11日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 加藤 充英

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 中島 規巨

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 利根川 謙

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

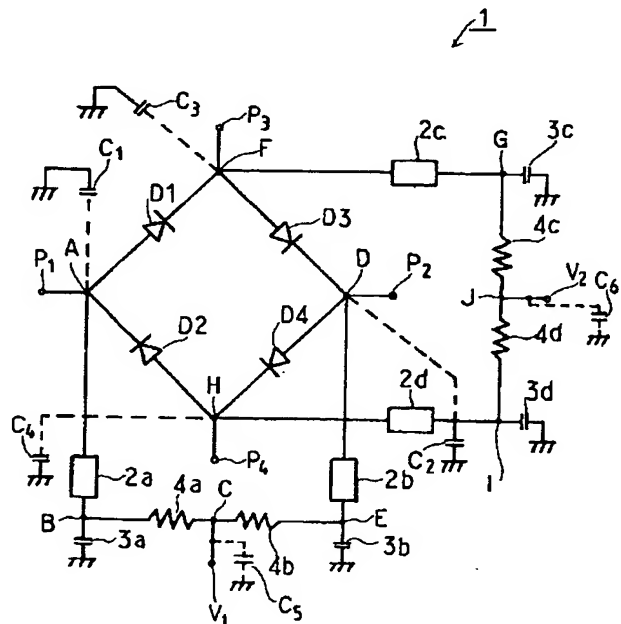
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波スイッチ

(57) 【要約】

【目的】 挿入損失が小さく、制御電圧供給用配線パターンの簡略化を図り得る高周波スイッチを得る。

【構成】 第1～第4のポートP₁～P₄を有し、第1、第3のポート間、第1、第4のポート間、第2、第3のポート間及び第2、第4のポート間に接続された第1～第4のダイオードD₁～D₄と、各ポートと基準電位との間にそれぞれ接続されており、かつ互いに直列に接続された分布定数線路2a～2d及びコンデンサ3a～3dとを有し、分布定数線路2a、2bとコンデンサ3a、3bとの間の接続点B、Eに第1の制御電圧端子V₁を、分布定数線路2c、2dとコンデンサ3c、3dとの間の接続点G、Iに第2の制御電圧端子V₂を接続してなる高周波スイッチ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1～第4のポートを有し、第1、第2のポートを、第3または第4のポートに接続した状態を実現する高周波スイッチであって、

第1、第3のポート間、第1、第4のポート間、第2、第3のポート間及び第2、第4のポート間にそれぞれ接続された第1、第2、第3及び第4のダイオードと、前記第1～第4の各ポートと基準電位との間にそれぞれ接続されており、かつ互いに直列に接続された分布定数線路及びコンデンサとを備え、

前記第1～第4のダイオードは、第1～第4のダイオードが接続されて構成されるリング状回路部分において同じ向きに接続されており、

前記第1のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点と、前記第2のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点との間に接続された第1の制御電圧端子と、

前記第3のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点と、前記第4のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点との間に接続された第2の制御電圧端子とをさらに備えることを特徴とする、高周波スイッチ。

【請求項2】 前記第1のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点と、前記第2のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点とが、それぞれ、第1、第2の抵抗を介して第1の制御電圧端子に接続されている、請求項1に記載の高周波スイッチ。

【請求項3】 前記第3のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点と、前記第4のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点とが、それぞれ、第3、第4の抵抗を介して第2の制御電圧端子に接続されている、請求項1または2に記載の高周波スイッチ。

【請求項4】 前記第1、第2の抵抗間の接続点と基準電位との間に接続されたコンデンサをさらに備える、請求項1～3のいずれかに記載の高周波スイッチ。

【請求項5】 前記第3、第4の抵抗間の接続点と基準電位との間に接続されたコンデンサをさらに備える、請求項1～4のいずれかに記載の高周波スイッチ。

【請求項6】 少なくとも1つの前記ダイオードに並列に接続されており、かつ互いに直列に接続された分布定数線路とコンデンサとをさらに備えることを特徴とする、請求項1～5の何れかに記載の高周波スイッチ。

【請求項7】 少なくとも1つの前記ダイオードの両端と、前記基準電位との間に接続されたコンデンサをさらに備えることを特徴とする、請求項1～5の何れかに記載の高周波スイッチ。

【請求項8】 少なくとも1つの前記ダイオードに並列に接続された抵抗をさらに備えることを特徴とする、請

求項1～5の何れかに記載の高周波スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば携帯電話器などの高周波回路において信号経路を切り換えるための高周波スイッチに関し、特に、4つのポートを有し、かつダイオードを利用した高周波スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】携帯電話器においては、2本のアンテナと、あるいは1本のアンテナ及び1つの外部端子を、送信部及び受信部で共用することがある。このような構成では、例えば図6に示すスイッチ回路が従来より用いられている。

【0003】スイッチ回路151は、3ポートのスイッチ152、153を接続した構成を有する。スイッチ152は、第1のポートP₂₁、第2のポートP₂₂及び第3のポートP₂₃を有する。同様に、スイッチ153は第1～第3のポートP₃₁、P₃₂及びP₃₃を有する。スイッチ152の第2のポートP₂₂には、アンテナANTが接続され、第3のポートP₂₃は、外部接続端子EXTとされている。なお、第3のポートP₂₃には、第2のアンテナが接続されることもある。すなわち、車載用携帯電話器などにおいては、第2のアンテナとして車両に装備されたアンテナを接続して使用することも可能である。また、外部端子として使用する例としては、スイッチ回路151が内蔵された携帯電話器の受信部の電気的特性を測定する際に、外部端子から所定の信号を入力する場合などが挙げられる。

【0004】スイッチ152においては、第1のポートP₂₁が、上記第2のポートP₂₂または第3のポートP₂₃に対して切り換えられるように構成されている。第1のポートP₂₁は、スイッチ153の第1のポートP₃₁に接続されている。

【0005】スイッチ153の第1のポートP₃₁は、第2のポートP₃₂と、第3のポートP₃₃との間で接続が切り換えられるように構成されている。第2のポートP₃₂は、送信部Txに接続され、第3のポートP₃₃は、受信部Rxに接続される。

【0006】上記スイッチ回路151を用いることにより、アンテナANT及び外部端子EXTの何れかを、送信部Txまたは受信部Rxに接続した状態を実現することができる。

【0007】ところで、上記3ポート型のスイッチ152、153を構成するための部品としては、図7に示すダイオードを用いた高周波スイッチが知られている。高周波スイッチ161は、上記第1～第3のポートP₂₁～P₂₃、P₃₁～P₃₃に相当する第1～第3のポートP₆₁～P₆₃を有する。ポートP₆₁は、コンデンサ164を介してダイオード165aのカソードに接続されている。ダイオード165aのアノードは、コンデンサ166aを

介して第2のポートP₆₂に接続されている。また、ダイオード165aのアノードとコンデンサ166aとの間の接続点Aには、分布定数線路167aの一端が電気的に接続されている。分布定数線路167aは、このスイッチ161に流れる高周波信号の波長を λ としたときに、 $\lambda/4$ 以下の長さを有するストリップライン、マイクロストリップライン、コプレーナガイドライン等で構成されている。分布定数線路167aの他端は、コンデンサ168aを介して接地電位に接続されている。また、分布定数線路167aと、コンデンサ168aとの間の接続点に抵抗169aの一端が接続されており、抵抗169aの他端が制御電圧端子V_{c1}に接続されている。また、第1のポートP₆₁は、コンデンサ164を介して、分布定数線路167aと同様に構成された分布定数線路171に接続されている。分布定数線路171の他端は接地電位に接続されている。

【0008】さらに、第1のポートP₆₁には、コンデンサ164を介してダイオード165bのカソードが接続されている。ダイオード165bのアノードは、コンデンサ166bを介して第3のポートP₆₃に接続されている。また、ダイオード165a側と同様に、ダイオード165bのアノードにも、分布定数線路167b及びコンデンサ168bからなる直列回路が接地電位との間に接続されている。また、分布定数線路167bと、コンデンサ168bとの間の接続点に抵抗169bの一端が接続されており、抵抗169bの他端が制御電圧端子V_{c2}に接続されている。

【0009】高周波スイッチ161では、制御電圧端子V_{c1}と、第2の制御電圧端子V_{c2}とに、異なる制御電圧を印加することにより、ポートP₆₁を、第2のポートP₆₂に接続した状態あるいは第3のポートP₆₃に接続した状態を実現することができる。例えば、制御電圧端子V_{c1}に正の制御電圧が印加され、他方、制御電圧端子V_{c2}に負の制御電圧が印加されると、ダイオード165aに対しては順方向のバイアス電圧が印加され、ダイオード165bに対しては逆方向のバイアス電圧が印加されることになる。すなわち、コンデンサ166a、168a、164、166b、168bが直流の流れる部分を制限するため、制御電圧端子V_{c1}から与えられる制御電流は、カットされ、分布定数線路167a、ダイオード165a及び分布定数線路171を含む回路部分に流れ、ダイオード165aがオン状態とされる。他方、ダイオード165b側においては、ダイオード165bに逆方向のバイアス電圧が印加されることになり、ダイオード165bがオフ状態とされる。

【0010】また、第2のポートP₆₂から供給される高周波信号については、分布定数線路167aが上記のように構成されているため、分布定数線路167aの一端を高周波的に接地電位にすることができ、 $\lambda/4$ のインピーダンス反転により、接続点Aから見た分布定数線路

167a及びコンデンサ168aからなる直列回路のインピーダンスが無限大となる。そのため、第2のポートP₆₂から供給された高周波信号は、第1のポートP₆₁に流れる。

【0011】他方、第1の制御電圧端子V_{c1}に負の制御電圧が印加され、第2の制御電圧端子V_{c2}に正の制御電圧が印加された場合には、上記とは逆にダイオード165aに逆方向のバイアス電圧が印加され、ダイオード165bに順方向のバイアス電圧が印加されることになる。従って、ダイオード165aがオフ状態とされ、ダイオード165bがオン状態とされる。従って、第2のポートP₆₂と、第1のポートP₆₁との間には信号が流れず、第1のポートP₆₁と第3のポートP₆₃との間に信号が流れることになる。この場合においても、接続点Bから見た分布定数線路167b及びコンデンサ168bからなる直列回路のインピーダンスが無限大となるため、高周波信号は分布定数線路167b側には流れない。

【0012】分布定数線路167a、167bは、制御電流をダイオード165a、165bに流すための電流経路を構成するとともに、高周波信号に対しては、接続点A、Bから見た分布定数線路167a、167b側のインピーダンスを高め、挿入損失及び反射損失を低減する機能を果たす。

【0013】上記のように、高周波スイッチ161では、制御電圧端子V_{c1}、V_{c2}に、正及び負の制御電圧を印加することにより、第1のポートP₆₁を、第2のポートP₆₂または第3のポートP₆₃に切り換えた状態を実現することができる。

【0014】また、図6に示したスイッチ回路151は、上記高周波スイッチ161を、スイッチ152、153として使用することにより構成されている。すなわち、3ポート高周波スイッチを2個使用し、互いの第1のポートを相互に接続することにより構成されていた。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】スイッチ回路151は、上記のように、2個の高周波スイッチ152、153を接続することにより構成されていたため、高周波信号が2つのスイッチを通過することになる。例えば、送信部Txから与えられた送信出力は、アンテナANTに与えられるまでに、2個のスイッチ153、152を通過する。同様に、アンテナANTから入力された高周波信号は、スイッチ152、153を通過して受信部Rxに与えられる。そのため、挿入損失が大きくならざるを得ず、その低減が強く求められていた。また、挿入損失が大きくならざるを得ないため、送信に際しては、送信出力を増大させる必要があり、かつ受信に際しては利得の低下を招くという問題があった。

【0016】また、上記スイッチ回路151では、高周波スイッチ161を用いてスイッチ152、153が構成されているため、各スイッチ152、153において

第1, 第2の制御電圧端子に制御電圧を印加しなければならず、従って、各スイッチ152, 153において2つの制御電圧供給用電源を必要としていた。その結果、電源用の複雑な配線パターンを回路基板上に形成しなければならなかった。

【0017】本発明の目的は、挿入損失が小さく、構成部品点数を低減でき、かつ制御電圧供給用の配線パターンの簡略化を図り得る高周波スイッチを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、第1～第4のポートを有する4ポート高周波スイッチであり、第1, 第2のポートを第3または第4のポートに接続した状態が実現される。

【0019】本発明の高周波スイッチでは、第1, 第3のポート間、第1, 第4のポート間、第2, 第3のポート間及び第2, 第4のポート間に、それぞれ、第1～第4のダイオードが接続されている。上記第1～第4の各ポートと基準電位との間には、互いに直列に接続された分布定数線路及びコンデンサが接続されている。

【0020】また、上記第1～第4のダイオードは、上記のように各ポート間に接続されているため、第1～第4のダイオードが接続されたリング状の回路部分が構成されており、このリング状回路部分において第1～第4のダイオードが同じ向きに接続されている。

【0021】さらに、上記第1のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点と、第2のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点とに、第1の制御電圧端子が接続されている。同様に、第3のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点と、第4のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点との間に、第2の制御電圧端子が接続されている。

【0022】また、本発明の高周波スイッチのある特定の局面では、上記第1のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点と、第2のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点とが、それぞれ、第1, 第2の抵抗を介して第1の制御電圧端子に接続される。

【0023】また、本発明の他の特定の局面では、上記第3のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間に接続点と、第4のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点とが、それぞれ、第3, 第4の抵抗を介して第2の制御電圧端子に接続されている。

【0024】本発明の好ましい局面によれば、上記第1, 第2の抵抗間の接続点と、基準電位との間にコンデンサが接続される。また、本発明の別の好ましい例では、上記第3, 第4の抵抗間の接続点と基準電位との間にコンデンサが接続されている。

【0025】本発明の高周波スイッチでは、好ましくは、少なくとも1つの上記ダイオードに並列に接続されており、かつ互いに直列に接続された分布定数線路及びコンデンサがさらに備えられる。

【0026】また、本発明の他の好ましい例では、少なくとも1つの上記ダイオードの両端と、基準電位との間にコンデンサが接続される。本発明のさらに好ましい他の局面によれば、少なくとも1つの上記ダイオードに並列に抵抗が接続される。

【0027】

【発明の作用及び効果】本発明の高周波スイッチでは、第1, 第3のポート間、第1, 第4のポート間、第2, 第3のポート間及び第2, 第4のポート間が、それぞれ、ダイオードにより接続されている。また、上記第1～第4のダイオードは、上記のように接続されたリング状の回路部分を構成しており、このリング状回路部分において周方向に沿って同じ向きに接続されている。また、上記第1～第4のポートは、上記のように接続されているため、リング状回路部分の周方向に沿って第1のポート、第3のポート、第2のポート、第4のポートの順に各ポートが接続されていることになる。

【0028】よって、第1, 第3のポート間に接続された第1のダイオード及び第2, 第4のポート間に接続された第4のダイオードでは、カソードまたはアノードに第1の制御電圧端子が、アノードまたはカソードに第2の制御電圧端子が接続され、他方、第2, 第3のダイオードでは、アノードまたはカソードに第2の制御電圧端子が、カソードまたはアノードに第1の制御電圧端子が接続されることになる。すなわち、第1, 第4のダイオードと、第2, 第3のダイオードとは、リング状回路部分の周方向においては同じ向きに接続されているが、第1, 第2の制御電圧端子に対しては、逆向きに接続されている。よって、第1, 第2の制御電圧端子に、上記第1, 第4のダイオードまたは第2, 第3のダイオードをオン状態とし得るように第1, 第2の制御電圧を印加することにより、第1, 第4のダイオードがオン状態とされ、第1, 第3のポート間及び第2, 第4のポート間が接続された状態（第1の接続状態）、あるいは第2, 第3のダイオードがオン状態とされ、第1, 第4のポート間及び第2, 第3のポート間が接続された状態（第2の接続状態）を実現することができる。

【0029】なお、各ポートとダイオードとの間の接続点には、上記分布定数線路及びコンデンサからなる直列回路が基準電位との間に接続されている。従って、高周波信号に対しては該接続点から分布定数線路側を見た場合のインピーダンスが無限大となる。従って、高周波信号は、基準電位側には流れず、上記第1, 第3のポート間及び第2, 第4のポート間が接続された状態では、第1, 第3のポート間及び第2, 第4のポート間を流れることができ、第1, 第4のポート間及び第2, 第3のポ

ート間が接続された状態では、第1、第4のポート間及び第2及び第3のポート間に流れ得ることになる。

【0030】上記のように、本発明の高周波スイッチでは、一対のポート間を流れる高周波信号は、一対のポート間に接続された1個のダイオードのみを流れることになる。一方、従来の3ポート型高周波スイッチ152、153を用いてスイッチ回路151を構成した場合には、高周波信号は2個のダイオードを通過していた。従って、本発明によれば、従来のスイッチ回路151に比べて挿入損失を半減することができ、かつ高周波スイッチを構成する素子の寿命も長くすることができる。よって、例えば携帯電話器に使用される場合、電池の消耗をおさえ、通話時間、待受時間を長くすることが可能となる。

【0031】しかも、4ポート型高周波スイッチ回路を本発明の高周波スイッチのみで構成することができ、制御電圧は、上記第1、第2の制御電圧だけでよい。よって、従来の高周波スイッチ152、153を用いて4ポートのスイッチ回路を構成した場合に比べて、制御端子の数を半減することができ、制御電圧供給配線パターンを簡略化することができる。加えて、第1、第2の制御電圧の一方を接地電位とすることも可能であるため、その場合には、1種類の制御電圧、例えば正または負の電源電圧を一方の制御電圧端子に供給すればよいだけであるため、高周波スイッチが実装されるプリント配線基板における配線パターンをより一層簡略化することができる。よって、高周波スイッチの組み込まれる電子機器の小型化に大きく寄与することができる。

【0032】さらに、本発明の高周波スイッチでは、第1、第2のポートが、第3、第4のポートに対する接続に関して対称であり、従ってダイバシティアンテナ用の切換スイッチ等に好適に利用することができる。

【0033】また、上記第1、第2の抵抗を介して第1のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点及び第2のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の接続点を第1の制御電圧端子に接続した構成では、第1、第2の抵抗の抵抗値により制御電流の値を容易に調整することができる。

【0034】同様に、第3、第4の抵抗を介して第3、第4のポートに接続された分布定数線路とコンデンサとの間の各接続点を第2の制御電圧端子に接続した構成においても、第3、第4の抵抗の抵抗値により高周波スイッチに印加される第2の制御電流の値を調整することができる。

【0035】さらに、第1、第2の抵抗間の接続点と基準電位との間にコンデンサを接続した構成及び第3、第4の抵抗間の接続点と基準電位との間にコンデンサを接続した構成では、該コンデンサにより第1、第2のポート間及び第3、第4のポート間のアイソレーションを高めることができる。

【0036】また、少なくとも1つのダイオードに、互いに直列に接続された分布定数線路とコンデンサとを並列に接続した構成では、ダイオードのオフ状態の静電容量と、分布定数線路のインピーダンスとにより並列共振回路が構成される。従って、この並列共振回路の共振周波数を、スイッチに流れる高周波信号の周波数と一致させるように構成することにより、ダイオードのオフ状態のインピーダンスを高めることができ、それによってアイソレーション特性を高めることができる。なお、この場合、コンデンサは、上記ダイオードに並列に接続された分布定数線路を含む回路部分への直流のバイパスを防止するように機能する。

【0037】また、少なくとも1つのダイオードの両端と、上記基準電位との間にコンデンサを接続した場合には、該コンデンサにより特性インピーダンスを調整することができ、それによって挿入損失や反射損失の低減を図ることができる。また、上記第1の分布定数線路の長さを短縮することができ、高周波スイッチの小型化に寄与することができる。

【0038】さらに、少なくとも1つのダイオードに並列に第2の抵抗を接続した構成では、ダイオードのオフ状態にあるときの静電容量に蓄積された電荷が、オン状態となると同時に該抵抗に放電される。そのため、ダイオードのオフ状態からオン状態へのスイッチング動作を円滑化することができる。また、オフ時のダイオードの逆バイアスを安定化することもできる。

【0039】

【実施例の説明】以下、図面を参照しつつ実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0040】図1は、本発明の一実施例の高周波スイッチを説明するための略図的回路図である。本実施例の高周波スイッチ1は、第1～第4のポートP₁～P₄を有する、4ポート高周波スイッチである。第1、第3のポート間には、スイッチングを行うために、第1のダイオードD₁が、第1、第4のポート間には、ダイオードD₂が、第2、第3のポート間にはダイオードD₃が、第2、第4のポート間にはダイオードD₄が接続されている。すなわち、第1～第4のダイオードD₁～D₄がリング状に接続されることになる。

【0041】そして、本発明の高周波スイッチ1では、以下の第1の接続状態と、第2の接続状態が実現され、これらの接続状態間で切り換えることが可能とされている。第1の接続状態では、第1、第3のポートP₁、P₃間、及び第2、第4のポートP₂、P₄間が接続される。また、第2の接続状態では、第1、第4のポートP₁、P₄間及び第2、第3のポートP₂、P₃間が接続された状態が実現される。

【0042】従って、図6のスイッチ回路151に本発明の高周波スイッチを好適に用いることができる。すなわち、図6の高周波スイッチ回路151では、送信部T

xがアンテナANTに接続された状態(送信時)、送信部Txが外部端子EXTに接続された状態(外部端子EXTに第2のアンテナを接続して送信する場合など)、受信部RxにアンテナANTが接続された状態(受信時)、受信部Rxに外部端子EXTが接続された状態

(受信部の性能を評価する場合や外部アンテナを外部接続端子EXTに接続して受信する場合など)のいずれかが実現されればよい。本実施例の高周波スイッチ1を用いた場合、上記第1のポートP₁を例えば送信部Txに、第2のポートP₂を受信部Rxに接続し、第3のポートP₃及び第4のポートP₄を、それぞれ、アンテナANT及び外部端子EXTと接続することにより、高周波スイッチ回路151と同様に用いることができる。もっとも、高周波スイッチ1では、上記のように第1、第3のポート間と、第2、第4のポート間が、第1の接続状態で接続されるが、送信時もしくは受信時には、送信部Tx及び受信部Rxのいずれか一方のみが使用される。従って、上記のように、第1、第2の接続状態においてそれぞれ、2対のポート間が接続されていたとしても、一対のポート間のみを用いればよい。高周波スイッチ1は、高周波スイッチ回路151の代わりに用いることができる。

【0043】図2は、本実施例の高周波スイッチ1の回路図である。本実施例では、第1、第3のポートP₁、P₃間に第1のダイオードD₁が、第1、第4のポートP₁、P₄間に第2のダイオードD₂が、第2、第3のポートP₂、P₃間に第3のダイオードD₃が、第2、第4のポートP₂、P₄間に第4のダイオードD₄が接続されている。すなわち、第1～第4のダイオードD₁～D₄は、図示のようにリング状に接続されており、かつ該リング状回路部分の周方向において同じ向きに接続されている。

【0044】第1のポートP₁は、第1のダイオードD₁のアノード及び第2のダイオードD₂のカソードに接続されている。第1のポートP₁とダイオードD₁、D₂との間の接続点Aと、接地電位との間に分布定数線路2aとコンデンサ3aとからなる直列回路が接続されている。分布定数線路2aは、高周波スイッチ1に流れる高周波信号の波長を λ としたときに、 $\lambda/4$ 以下の長さのストリップライン、マイクロストリップライン、コプレーナガイドライン等で構成されている。

【0045】上記分布定数線路2aは、いわゆる $\lambda/4$ 線路であるが、実際には、ストリップラインのインダクタンス分や浮遊容量の影響があるため、上記のように $\lambda/4$ 以下の長さを有するように構成される。

【0046】分布定数線路2aとコンデンサ3aとの間の接続点Bには、抵抗4aの一端が接続されている。抵抗4aの他端は第1の制御電圧端子V₁に接続されている。同様に、第2のポートP₂は、第3のダイオードD₃のカソード及び第4のダイオードD₄のアノードに接

続されており、これらのダイオードD₃、D₄と第2のポートP₂との間の接続点Dと接地電位との間に分布定数線路2b及びコンデンサ3bが接続されている。分布定数線路2b及びコンデンサ3bは、分布定数線路2a及びコンデンサ3aと同様に構成されている。分布定数線路2bとコンデンサ3bとの間の接続点Eには、抵抗4bの一端が接続されており、抵抗4bの他端は第1の制御電圧端子V₁に接続されている。すなわち、抵抗4a、4bは、接続点Cを介して、第1の制御電圧端子V₁に接続されている。

【0047】抵抗4a、4bは、第1の制御電圧端子V₁から接続点B、Eを介して高周波スイッチに与える第1の制御電圧の値を調整するために設けられているものである。従って、場合によっては、抵抗4a、4bは接続されずともよく、その場合には、接続点B、Eが直接第1の制御電圧端子V₁に接続される。

【0048】第3のポートP₃は、第1のダイオードD₁のカソード及び第3のダイオードD₃のアノードに接続されている。これらのダイオードD₁、D₃と第3のポートP₃との間の接続点Fと接地電位との間に、分布定数線路2c及びコンデンサ3cが接続されている。分布定数線路2c及びコンデンサ3cは、上記分布定数線路2a及びコンデンサ3aと同様に構成されている。

【0049】また、分布定数線路2cとコンデンサ3cとの間の接続点Gに抵抗4cの一端が接続されている。抵抗4cの他端は第2の制御電圧端子V₂に接続されている。

【0050】同様に、第4のポートP₄は、第2のダイオードD₂のアノード及び第4のダイオードD₄のカソードに接続されている。第4のポートP₄とこれらのダイオードD₂、D₄との間の接続点Hと、接地電位との間には、分布定数線路2d及びコンデンサ3dが接続されている。分布定数線路2d及びコンデンサ3dは、分布定数線路2a及びコンデンサ3aと同様に構成されている。また、分布定数線路2d、コンデンサ3d間の接続点Iには、抵抗4dの一端が接続されており、抵抗4dの他端は第2の制御電圧端子V₂に接続されている。すなわち、抵抗4c、4dは、接続点Gを介して第2の制御電圧端子V₂に接続されている。

【0051】次に、高周波スイッチ1の動作を説明する。まず、上記第1の接続状態を実現する場合には、第1の制御電圧端子V₁に正の電源電圧+V_{cc}を印加し、第2の制御電圧端子V₂を接地する。この場合、第1の制御電圧端子V₁から与えられた制御電圧が、抵抗4aにより電圧降下され、第1のダイオードD₁に順方向のバイアス電圧として印加される。同様に、ダイオードD₄にも、抵抗4dによる電圧降下分を差し引いた制御電圧が順方向のバイアス電圧として印加される。従って、ダイオードD₁、D₄がオン状態とされる。なお、コンデンサ3a、3b、3c、3dは、直流をカットする機

能を果たす。

【0052】他方、接続点Fは、分布定数線路2c及び抵抗4cを介して第2の制御電圧端子V₂に接続されているため、第3のダイオードD₃に対しては、逆方向のバイアス電圧が印加される。同様に第2のダイオードD₂についても逆方向のバイアス電圧が印加される。従って、ダイオードD₂、D₃はオフ状態とされる。

【0053】よって、第1、第3のポートP₁、P₃間及び第2、第4のポートP₂、P₄間に高周波信号が流れ得る。この場合、接続点A、D、F、Hでは、それぞれ、基準電位との間に上記分布定数線路2a～2d及びコンデンサ3a～3dが接続されており、該接続点A、D、F及びHから分布定数線路側を見た場合にそのインピーダンスは無限大とされている。従って、高周波信号が接続点A、D、F、Hから分布定数線路側には流れない。

【0054】上記とは逆に、第2の接続状態を実現する場合には、第2の制御電圧端子V₂に正の電源電圧+V_{cc}を印加し、第1の制御電圧端子V₁を接地すればよい。この場合には、第2のダイオードD₂及び第3のダイオードD₃がオン状態とされ、第1、第4のポートP₁、P₄間及び第2、第3のポートP₂、P₃間が接続される。他方、第1のダイオードD₁及び第4のダイオードD₄がオフ状態とされ、第1、第3のポートP₁、P₃間及び第2、第4のポートP₂、P₄間には信号は流れない。

【0055】上記のように、本実施例の高周波スイッチ1によれば、上述した第1の接続状態及び第2の接続状態を、第1、第2の制御電圧端子V₁、V₂から上記のように制御電圧を印加することにより実現することができる。この場合、高周波スイッチ1では、第1、第2の制御電圧端子V₁、V₂のみに制御電圧を印加すればよい。図7に示した高周波スイッチ161を用いて高周波スイッチ回路151を構成した場合に比べて、制御電圧供給のための配線パターンを簡略化することができる。

【0056】しかも、上記のように第1、第2の制御電圧端子V₁、V₂に加えられる制御電圧のうち、一方を接地電位とすることができるため、必要な制御電圧は1種類でよい。よって、制御電圧供給用配線パターンを簡略化することも可能であり、それによって高周波スイッチ1が実装されるプリント配線基板を小型化することができる。

【0057】なお、正の電源電圧+V_{cc}に代えて、負の電源電圧-V_{cc}を用いてもよい。その場合には、上記第1の接続状態においては、第1の制御電圧端子V₁を接地し、第2の制御電圧端子V₂に負の電源電圧-V_{cc}を印加すればよく、第2の接続状態を実現するにはこれとは逆に制御電圧を印加すればよい。

【0058】また、上記実施例では、ダイオードD₁～

D₄が図2に示す向きに接続されていたが、図2に示す向きと逆に接続されていてもよい。すなわち、ダイオードD₁のカソードが接続点Aに、ダイオードD₂のアノードが接続点A側となるように、さらにダイオードD₃のカソードが接続点F側には、ダイオードD₄のカソードが接続点D側となるようにダイオードD₁～D₄を接続してもよい。この場合には、図2に示した実施例とは、ダイオードの極性が逆となるため、それに応じて上記第1、第2の制御電圧端子に印加する制御電圧を選択すればよい。

【0059】また、本実施例の高周波スイッチ1では、上記第1、第2の接続状態において、接続される一対のポート間には1個のダイオードのみが存在する。すなわち、第1の接続状態において、第1、第3のポート間に高周波信号を流す場合には、該高周波信号はダイオードD₁のみを流れることになる。従って、高周波信号が2個のダイオードを流れざるを得なかった従来の高周波スイッチ回路151に比べ、挿入損失を半減することができる。

【0060】また、第1、第2のポートP₁、P₂は、第3のポートP₃及び第4のポートP₄に対する接続に関し対称である。従って、本実施例の高周波スイッチ1は、ダイバシティアンテナ用の切換スイッチ等に好適に利用することができる。

【0061】次に、高周波スイッチ1の好ましい変形例につき説明する。図2に破線で示すように、好ましくは、第1～第4のポートP₁～P₄に、それぞれ、基準電位との間にコンデンサC₁～C₄を接続してもよい。この場合には、コンデンサC₁～C₄の静電容量を選択することにより、特性インピーダンスを補正することができ、それによって高周波スイッチ1の挿入損失や反射損失を効果的に低減することができる。加えて、分布定数線路2a～2dの長さを短くすることもでき、それによって高周波スイッチ1の小型化をはかり得る。

【0062】なお、図2では、破線でコンデンサをC₁～C₄で示したが、これらのコンデンサC₁～C₄は全て用いられる必要は必ずしもなく、いずれかのみが接続されていてもよい。

【0063】また、好ましくは、図2に破線で示すように、接続点C、Jと基準電位との間にコンデンサC₅、C₆を接続してもよく、それによって第1、第2のポート間及び第3、第4のポート間のアイソレーションを高めることができる。

【0064】次に、上記実施例の高周波スイッチに適用し得るさらに他の好ましい変形例を、図3～図5を参照して説明する。図3～図5に示す変形例では、ダイオードD₁～D₄のうちの任意のダイオードに後述の各回路素子が接続される。図3～図5では、ダイオードD₁～D₄を代表して、ダイオードD₁に設けられている部分につき説明することとする。

【0065】図3に示すように、第1の変形例では、ダイオードD1に並列に、放電抵抗92が接続されている。ダイオードD1は、オフ状態にある時には、直流的にはコンデンサとして機能する。従って、オフ状態にあるときに蓄積された電荷が、ダイオードD1がオン状態になると同時に流れることになるが、図3に示す構成では、放電抵抗92に蓄積電荷が放電され、従って、ダイオードD1のオフ状態からオン状態へのスイッチング動作が円滑化される。

また、図4に示す変形例では、ダイオードD1に並列に、互いに直列に接続された分布定数線路93及びコンデンサ94が接続される。この構成では、ダイオードD1のオフ状態における静電容量と、分布定数線路93のインダクタンス分とにより、並列共振回路が構成される。従って、この並列共振回路の共振周波数が、伝送される高周波信号の周波数と一致するように上記分布定数線路93のインダクタンス分を調整することにより、ダイオードD1のオフ状態のインピーダンスを高め得る。その結果、オフ状態にある時のダイオードD1を挟んだ次のポート間のアイソレーション特性を高め得ることができる。なお、コンデンサ94は、分布定数線路93により、直流がバイパスすることを防止するために設けられている。

【0066】また、上記分布定数線路93は、ストリップライン、マイクロストリップライン、コプレーナガイドライン等により構成され得るが、その長さ及びインピーダンスは、上記のように、並列共振回路の共振周波数を高周波信号の周波数と一致させるように選ばれる。

【0067】図5に示す変形例では、ダイオードD1に並列に並列共振回路を構成するための分布定数線路93が接続されている。また、分布定数線路93に直列にコンデンサ94が接続されている。さらに、コンデンサ95がダイオードD1に並列に、かつ分布定数線路93及びコンデンサ94からなる回路部分に並列に接続されている。このようにコンデンサ95を追加することによ

り、図4に示す構成においてダイオードD1のオフ状態の静電容量が小さい場合に、ダイオードD1のオフ状態の静電容量とコンデンサ94の静電容量との合成静電容量と、分布定数線路93のインダクタンス分とにより並列共振回路を構成することができ、それによって、並列共振回路の共振周波数を容易に高周波信号の周波数と一致させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の高周波スイッチの概略構成を示す略図的回路図。

【図2】本発明の一実施例の高周波スイッチの回路図。

【図3】高周波スイッチの好ましい変形例を説明するための回路図。

【図4】高周波スイッチの好ましい変形例の他の例を説明するための回路図。

【図5】高周波スイッチの好ましいさらに他の変形例を説明するための回路図。

【図6】従来の高周波スイッチ回路を説明するための略図的構成図。

【図7】従来の3ポート型高周波スイッチの一例を示す回路図。

【符号の説明】

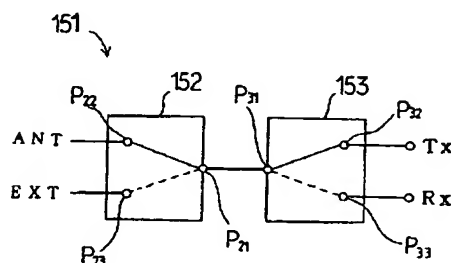
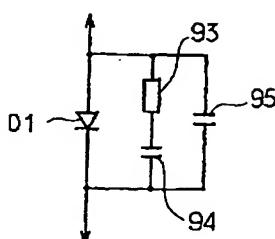
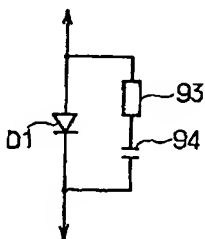
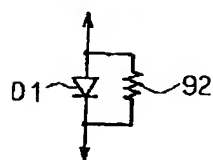
- 1…高周波スイッチ
- 2 a, 2 b, 2 c, 2 d…分布定数線路
- 3 a～3 d…コンデンサ
- D1～D4…第1～第4のダイオード
- P1～P4…第1～第4のポート
- A～J…接続点
- 4 a, 4 b…第1, 第2の抵抗
- 4 c, 4 d…第3, 第4の抵抗
- C1～C6…コンデンサ
- 92…放電抵抗
- 93…分布定数線路
- 94, 95…コンデンサ

【図3】

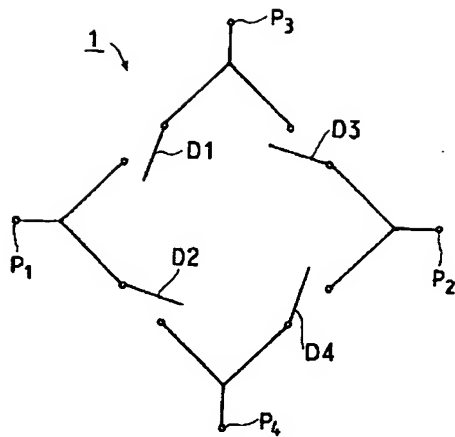
【図4】

【図5】

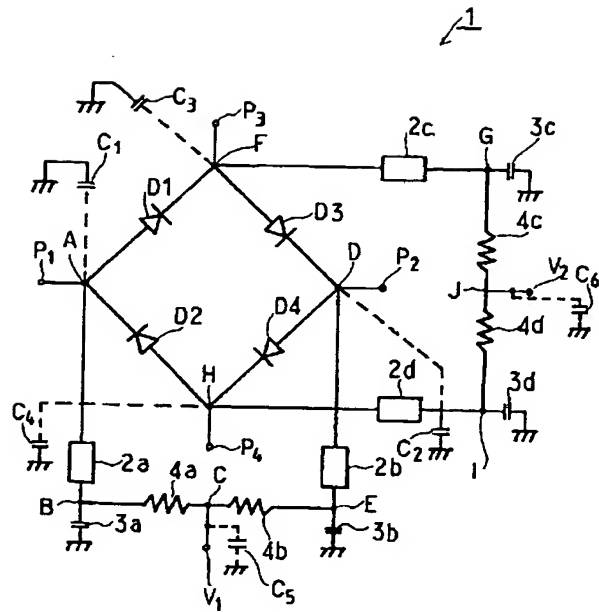
【図6】



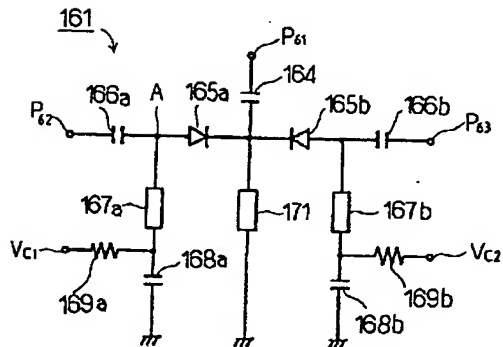
【図 1】



【図 2】



【図 7】



フロントページの続き

(72) 発明者 田中 浩二

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 降谷 孝治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 上田 達也

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内